



19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA

11 Número de publicación: **2 360 367**

51 Int. Cl.:
H01M 8/02 (2006.01)
H01M 8/24 (2006.01)
H01M 8/10 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Número de solicitud europea: **06819745 .8**
96 Fecha de presentación : **24.11.2006**
97 Número de publicación de la solicitud: **1997177**
97 Fecha de publicación de la solicitud: **03.12.2008**

54 Título: **Ensamblaje electrodo-membrana con estructura sellante mejorada.**

30 Prioridad: **24.02.2006 EP 06380036**
12.04.2006 US 279438

45 Fecha de publicación de la mención BOPI:
03.06.2011

45 Fecha de la publicación del folleto de la patente:
03.06.2011

73 Titular/es: **AUTO-JUNTAS, S.A. UNIPERSONAL**
Polígono Industrial Campollano - c/ C, nº 1
02007 Albacete, ES

72 Inventor/es: **Sánchez Díaz, Pedro**

74 Agente: **Arias Sanz, Juan**

ES 2 360 367 T3

Aviso: En el plazo de nueve meses a contar desde la fecha de publicación en el Boletín europeo de patentes, de la mención de concesión de la patente europea, cualquier persona podrá oponerse ante la Oficina Europea de Patentes a la patente concedida. La oposición deberá formularse por escrito y estar motivada; sólo se considerará como formulada una vez que se haya realizado el pago de la tasa de oposición (art. 99.1 del Convenio sobre concesión de Patentes Europeas).

DESCRIPCIÓN

Ensamblaje electrodo-membrana con estructura sellante mejorada

CAMPO DE LA INVENCION

5 La presente invención se encuadra dentro del ámbito de las pilas de combustible y electrolizadores, y más concretamente se dirige a un ensamblaje con estructura sellante mejorada.

ESTADO DE LA TÉCNICA

10 Durante las últimas décadas se está produciendo un importante auge en los métodos para la producción, almacenamiento y conversión de energía. Debido al agotamiento progresivo de las reservas de combustibles fósiles, tales como las reservas de petróleo, carbón y gas natural, y debido a su negativa repercusión en el medio ambiente, se están desarrollando nuevas tecnologías para generar energía limpia, eficiente y descentralizada. En este sentido, las pilas de combustible como sistema de alimentación de un motor eléctrico, se presentan como una alternativa muy eficiente, por ejemplo, a la utilización de combustibles fósiles en los motores de combustión, dado que producen energía eléctrica limpia sin emisión de productos contaminantes, motivo por el cual se interesan tanto la industria del automóvil como las compañías del sector eléctrico y energético. Las pilas de combustible generan energía mediante la reacción inversa de electrolisis del agua, empleando como reactantes hidrógeno y oxígeno (tomado del aire, de un alcohol, etc.), y liberando únicamente vapor de agua a la atmósfera. Por otro lado, uno de los sistemas más respetuosos con el medio ambiente para la generación de hidrógeno es el empleo de electrolizadores, que son dispositivos electroquímicos basados en los principios de funcionamiento inverso a los de las pilas de combustible, y que están formados por una estructura muy similar a la de éstas.

25 De entre los diferentes tipos de pilas de combustible que se están desarrollando en la actualidad, las pilas de combustible denominadas PEM (*Proton Exchange Membrane*), o pilas de combustible de electrolito sólido polimérico, son las más prometedoras dado que proporcionan una densidad energética elevada y tienen la ventaja de ser ligeras y tener un tamaño pequeño, además de trabajar a temperaturas relativamente bajas comparado con otras pilas de combustible. De la misma manera sucede en el campo de los electrolizadores, donde los que plantean un futuro más prometedor son los de tipo PEM.

30 Este tipo de pilas de combustible están formadas por lo general por un conjunto de celdas unitarias. Cada una de estas celdas comprende un ensamblaje electrodo-membrana, también denominado MEA, que contiene la parte electroquímicamente activa, y que está constituida por una membrana de electrolito sólido polimérico dispuesta entre dos capas porosas y eléctricamente conductoras que actúan como electrodo, en las que se deposita un catalizador, y placas separadoras ubicadas a ambos lados del MEA, que comprenden una serie de conductos por los que fluyen los gases reactantes.

35 Durante el funcionamiento de una pila de combustible se requiere que los gases reactantes lleguen de manera efectiva al catalizador depositado en los electrodos, y es fundamental para ello aislar apropiadamente dichos gases y evitar, en la medida de lo posible, que se produzcan fugas de los mismos hacia otras zonas de la pila de combustible. Para ello, en las estructuras de las pilas de combustible convencionales se emplea una serie de juntas que se ubican entre el MEA y las placas separadoras, de manera que rodean el perímetro del MEA así como los pasos para los gases reactantes. Algunos ejemplos se describen en los documentos US 5.176.966 y US 5.284.718. No obstante estas estructuras obligan a diseñar juntas de muy bajo espesor con el fin de no aumentar el tamaño de la pila de combustible, lo que provoca una disminución de la tolerancia a la compresión. Por otra parte, dado que los electrodos son porosos, la junta debe estar en contacto con la membrana y con las placas separadoras en las regiones de sellado, y suele hacerse necesario el empleo de capas adicionales que protegen la membrana. Como desventaja adicional, se desperdicia gran cantidad de material sellante durante el proceso de corte.

40 Como solución propuesta a estos problemas se han diseñado MEAs que integran en su estructura el material sellante (documentos EP 1 018 177, EP 0 604 683, WO2004/102721). Esto se realiza mediante la aplicación por inyección de un material sellante fluido curable alrededor de los bordes del MEA, impregnando a la vez los poros periféricos de las capas de electrodo a ambos lados de las mismas. De esta manera se previene la fuga de gases alrededor del borde del MEA a la vez que se consigue un fuerte sellado con las placas separadoras adyacentes. Adicionalmente se pueden incorporar en la parte exterior de las mencionadas juntas, elementos sellantes alrededor de los pasos para gases reactantes mediante operaciones de moldeo apropiadas.

55 Sin embargo, un problema que presenta este tipo de estructuras es su baja estabilidad dimensional dado que suelen producirse deformaciones en el material sellante debido a tensiones internas y tensiones de contracción durante el proceso de inyección. Esta estabilidad dimensional puede

verse reducida además durante el funcionamiento de la pila de combustible debido a las dilataciones o contracciones que experimenta el MEA.

5 En este sentido, el documento US 6.610.435 describe un ensamblaje electrodo-membrana con una junta integrada que incorpora además un refuerzo, en forma de cable continuo o discontinuo o como una placa rectangular, encuadrando el perímetro del MEA, con el fin de prevenir la deformación de la junta. No obstante, debido a que los pasos para gases reactantes se integran en la junta, éstos restan consistencia al conjunto disminuyendo la capacidad del refuerzo para dar estabilidad al cuerpo del MEA. Por otra parte, la compresión entre los elementos apilados se ve reducida por la deformación que experimenta el material sellante al someterse a una compresión constante y a una temperatura elevada.

10 Los documentos WO02/065572, US 6.815.114, US2002/0051902 y WO2005/020356 describen ensamblajes que comprenden una estructura rígida unida directamente a la membrana o a los electrodos del MEA, en la mayoría de los casos por medio de un adhesivo. No obstante, el hecho de que el elemento reforzante no tenga propiedades elásticas y que esté en contacto directo con los elementos del MEA, podría conducir a una rotura del MEA cuando el refuerzo se somete a una deformación y compresión durante el ensamblaje y funcionamiento de la pila de combustible.

15 A la vista del estado de la técnica se hace necesario el diseño de ensamblajes electrodo-membrana que, además de evitar la fuga de reactantes, confieran estabilidad dimensional al conjunto de la pila evitando la deformación y la disminución de la compresión entre los elementos apilados durante el ensamblaje y funcionamiento de la pila de combustible.

20 **BREVE DESCRIPCIÓN DE LA INVENCION**

El autor de la presente invención ha encontrado tras intensa investigación, que la ubicación de un elemento reforzante integrado en la junta, sin estar en contacto directo con el ensamblaje electrodo-membrana pero rodeándolo y rodeando los pasos para gases, fluidos y, en su caso, los elementos de apriete, permite solucionar los problemas planteados en el estado de la técnica, proporcionando un ensamblaje electrodo-membrana con estructura sellante mejorada para su empleo en pilas de combustible y electrolizadores. Mediante el empleo de este tipo de ensamblaje se consigue mejorar considerablemente su estabilidad dimensional y el aislamiento frente a los gases reactantes, y además se previene la deformación de la junta manteniendo al mismo tiempo la fuerza de compresión entre los elementos que comprenden la pila de combustible, lo cual hace que la presente invención suponga una mejora significativa sobre los ensamblajes electrodo-membrana con estructura sellante existentes en el estado de la técnica.

35 Así, un objeto de la presente invención lo constituye un ensamblaje (E) con estructura sellante reforzada que comprende un ensamblaje electrodo-membrana (23) y una estructura sellante (S) que bordea dicho ensamblaje electrodo-membrana (23), comprendiendo dicha estructura sellante (S) una junta (J), un refuerzo (4) integrado en dicha junta y orificios (10) destinados al paso de gases reactantes y fluido refrigerante.

En otro aspecto la invención se dirige a una pila de combustible que comprende un conjunto de ensamblajes (E) con estructura sellante como el definido previamente.

40 En un aspecto adicional la invención se dirige a un electrolizador que comprende un conjunto de ensamblajes (E) con estructura sellante como el definido previamente.

En otro aspecto la invención hace referencia a un procedimiento para la fabricación de un ensamblaje (E) como el definido previamente.

En otro aspecto la invención se refiere al uso de un ensamblaje (E) como el definido previamente para la fabricación de una pila de combustible.

45 En un último aspecto la invención se dirige al uso de un ensamblaje (E) como el definido previamente para la fabricación de un electrolizador.

DESCRIPCIÓN DE LAS FIGURAS

La figura 1 muestra una vista frontal de un ensamblaje (E) según la presente invención con estructura sellante que incorpora un refuerzo de diseño octogonal.

50 La figura 2 muestra una sección A-A' del ensamblaje (E) que muestra la figura 1.

La figura 3 muestra un detalle X de la sección A-A' del ensamblaje de la figura 2.

La figura 4 se corresponde con un detalle Y del cordón comprendido en la junta que rodea el ensamblaje electrodo-membrana (23) de la sección A-A' del ensamblaje (E) de la figura 2.

La figura 5 muestra una vista frontal de un refuerzo (4) con diseño octogonal según la presente invención.

DESCRIPCIÓN DETALLADA DE LA INVENCION

5 Para facilitar la comprensión de la presente solicitud de patente, exponemos a continuación el significado de algunos términos y expresiones en el contexto de la invención:

El término "ensamblaje (E)" se refiere al conjunto que forman el ensamblaje electrodo-membrana (23) y la estructura sellante reforzada (S), comprendiendo esta última una junta (J), un refuerzo (4) y orificios (10) para el paso de gases reactantes y fluido refrigerante.

10 El término "ensamblaje electrodo-membrana (23)" se refiere al conjunto formado por la membrana de intercambio iónico (1), las capas porosas de difusión de gases anódica (3A) y catódica (3C) y las capas de catalizador electroquímico (2A, 2B).

15 El término "cordón" se refiere a una porción continua de material polimérico que sobresale con respecto a la superficie que forma el ensamblaje electrodo-membrana (23) y con respecto a la superficie del refuerzo (4) recubierto con material polimérico o sin recubrir, pudiendo comprender diferentes zonas con distintos espesores dependiendo de si actúa como elemento sellante del ensamblaje (E), como regulador del espesor del ensamblaje (E) o como elemento de sujeción del ensamblaje electrodo-membrana (23) y del refuerzo (4).

Un aspecto de la presente invención lo constituye un ensamblaje (E) con estructura sellante reforzada según la reivindicación 1.

20 La figura 1 y la figura 2 se corresponden con una vista frontal y de la sección transversal A-A', respectivamente, de un ensamblaje (E) con estructura sellante reforzada representativo de la presente invención y, en particular, de geometría octogonal. La parte central, de forma cuadrada, se corresponde con el ensamblaje electrodo-membrana (23). Bordeando dicho ensamblaje electrodo-membrana (23) se encuentra una estructura sellante (S) que comprende, a su vez, una junta (J), un refuerzo (4) integrado en dicha junta (J) y orificios (10) destinados al paso de gases reactantes y fluido refrigerante, correspondiendo unos a los pasos de entrada y otros a pasos de salida de los mencionados gases y fluido refrigerante.

25 Opcionalmente, la estructura sellante (S) comprende además una serie de orificios (11) destinados al paso de los elementos de apriete. Cabe señalar que, cuando el ensamblaje no comprende orificios (11) destinados al paso de los elementos de apriete es debido a que dichos elementos se ubican en una zona exterior al conjunto de ensamblajes (E) que constituyen la pila de combustible.

30 El ensamblaje electrodo-membrana (23) es el elemento central de las pilas de combustible de membrana de intercambio protónico, y el lugar donde tiene lugar la reacción electroquímica. En dicha reacción el gas combustible, generalmente rico en hidrógeno, se oxida en el electrodo anódico, y por su parte el gas oxidante, normalmente el oxígeno del aire, se reduce en el electrodo catódico. En la oxidación del hidrógeno se liberan electrones que forman una corriente electrónica, que circula de ánodo a cátodo a través de un circuito eléctrico exterior al ensamblaje electrodo-membrana. Dicho ensamblaje electrodo-membrana (23) puede comprender los siguientes elementos:

- 35 a) una capa porosa de difusión de gas catódica (3C);
- 40 b) una capa porosa de difusión de gas anódica (3A);
- c) una membrana de intercambio iónico (1) interpuesta entre la capa porosa de difusión de gas catódica (3C) y la capa porosa de difusión de gas anódica (3A); y
- 45 d) una capa de electrocatalizador catódico (2C) dispuesta en la interfase entre dicha membrana de intercambio iónico (1) y dicha capa porosa de difusión de gas catódica (3C); y
- e) una capa de electrocatalizador anódico (2A) dispuesta en la interfase entre dicha membrana (1) y dicha capa porosa de difusión de gas anódica (3A);

definiendo dichas capas de electrocatalizador un área electroquímicamente activa.

50 La figura 3 muestra un detalle del ensamblaje electrodo-membrana (23) de la sección transversal A-A' de la figura 2. Dicho ensamblaje electrodo-membrana (23) comprende una membrana de intercambio iónico (1) también denominada membrana conductora de protones, que actúa como un electrolito sólido. En la presente invención, puede emplearse cualquier membrana de electrolito sólido polimérico adecuada, como por ejemplo, membranas constituidas por fluoropolímeros con grupos funcionales de

ácidos sulfónicos, u otros tipos libres de flúor, como ácidos carboxílicos aromáticos, polibencimidazoles, policetonas, polisulfonas, polímidas, y otros derivados compuestos de éstos. En una realización preferente, la membrana está constituida por un fluoropolímero que comprende copolímeros de tetrafluoroetileno y uno o más comonomeros fluorados con grupos funcionales ácido sulfónico, comúnmente conocidos como ASPF (ácidos sulfónicos perfluorados), tales como los denominados comercialmente Nafion® (DuPont Chemicals, Wilmington DE) o Flemion® (Asahi Glass Co. Ltd., Tokio, JP), siendo más preferente el empleo de Nafion®. Por otra parte, el espesor de la membrana polimérica puede estar comprendido entre 1 µm y 300 µm, preferentemente entre 10 µm y 100 µm.

Una de las caras de la membrana polimérica (1) está en contacto con la capa porosa de difusión de gas anódica (3A) y la otra cara con la capa porosa de difusión de gas catódica (3C). Cada una de las capas porosas de difusión de gases (3A, 3C) incluye un catalizador electroquímico (2A, 2C) dispuesto en la interfase que forman las capas de difusión de gases (3A, 3C) y la membrana (1). Dichas capas de difusión de gases anódica y catódica (3A, 3C) están constituidas por un material poroso, que puede contener al menos una capa microporosa, la cual se ubica en la cara en contacto con la membrana (1). Al actuar como capas de difusión de gases permiten el paso de los gases reactantes al catalizador para que pueda producirse la reacción electroquímica. La capa porosa de difusión de gas anódica (3A) y la capa catalítica anódica (2A) constituyen el electrodo anódico, denominado electrodo de difusión de gas anódico. La capa porosa de difusión de gas catódica (3C) y la capa catalítica catódica (2C) constituyen el electrodo catódico, denominado electrodo de difusión de gas catódico. Para el ensamblaje descrito en la presente invención puede emplearse cualquier tipo de capa de difusión de gases que un experto en la materia considere adecuado, no obstante en un aspecto preferente, las capas de electrodo están constituidas por un material que comprende fibras de carbono, tales como la tela de carbono y el papel de carbono. Algunos ejemplos de estos materiales son papel de carbono Toray®, papel de carbono SpectraCarb®, tela de carbono no tejida AFN®, tela de carbono Zoltek®, y similares. En una realización preferente se emplea tela de carbono GDL ELAT® con capa microporosa.

Las capas porosas de difusión de gases (3A, 3C) pueden recubrirse o impregnarse con otros materiales, incluyendo por ejemplo el recubrimiento con partículas de carbono o mediante tratamientos hidrofobizantes tales como el recubrimiento con politetrafluoroetileno (PTFE).

El diseño del ensamblaje electrodo-membrana (23) es tal que las capas porosas de difusión de gases (3A, 3C) y la membrana de intercambio iónico (1) tienen las mismas dimensiones.

Por lo que respecta al catalizador (2A, 2C), se puede emplear cualquiera que se considere adecuado para un experto en la materia. No obstante, se considera más adecuado el empleo de partículas de catalizador metálico soportadas sobre carbono. Este tipo de estructuras comprenden un 20-95% en peso de carbono y un 5-80% en peso de catalizador metálico. Dicho catalizador metálico lo constituye un metal precioso, que puede ir mezclado con otros metales, preciosos o no, pudiendo formar combinaciones binarias e incluso ternarias, siendo preferente el platino o la mezcla de platino y rutenio en una proporción adecuada. Se puede utilizar un mismo catalizador para ánodo y cátodo o bien un catalizador diferente para cada una de ellos. Así, por ejemplo, en una pila de combustible alimentada con hidrógeno procedente de gas reformado, que puede contener una proporción apreciable de CO, sería preferente el empleo de platino para el cátodo y platino-rutenio en una proporción 2:1 para el ánodo. No obstante, en una pila de combustible alimentada con hidrógeno de pureza de grado industrial, sería preferente el empleo de platino como catalizador en ambos electrodos.

En general, el catalizador (2A, 2C) se aplica sobre las capas porosas de difusión de gases (3A, 3C) en forma de una tinta. Dicha tinta comprende una suspensión de partículas catalíticas dispersas en un electrolito, que por lo general es el mismo que constituye la membrana de intercambio iónico. Dicha suspensión es una suspensión acuosa que comprende adicionalmente alcoholes, tales como isopropanol y etanol, o polialcoholes, tales como glicerina y etilenglicol. En una realización preferente de la invención, la tinta catalítica es una suspensión acuosa de partículas de platino soportadas sobre carbono con Nafion® líquido e isopropanol.

Por lo que se refiere a la estructura sellante (S) constitutiva del ensamblaje (E), ésta comprende una junta sellante (J) cuya función principal es evitar la mezcla de los gases reactantes a cada lado del ensamblaje electrodo-membrana (23), aislar los orificios (10) destinados al paso de los mencionados gases y prevenir la fuga de los mismos al exterior. Dicha junta sellante recubre totalmente el perímetro exterior del ensamblaje electrodo-membrana (23), impregnando los poros del borde exterior de las capas porosas de difusión de gases (3A, 3C) a ambos lados del ensamblaje, y se extiende hasta recubrir el perímetro exterior del ensamblaje (E).

En una realización particular de la presente invención, la mencionada junta se materializa en una serie de cordones, los cuales recubren el perímetro exterior del ensamblaje electrodo-membrana (23), rodean los orificios (10) para el paso de gases reactantes y fluido refrigerante, y recubren el perímetro exterior del ensamblaje (E). Asimismo, cuando la estructura de refuerzo sellante presenta orificios (11)

destinados al paso de elementos de apriete, la junta comprende además un cordón que bordea dichos orificios (11).

5 En este sentido, la figura 4 muestra un detalle de la sección transversal del ensamblaje que aparece en la sección transversal A-A' de la figura 2. En este detalle se puede ver un cordón de la junta (J) representativo, aunque no limitante, que recubre el perímetro exterior del ensamblaje electrodo-membrana (23). Dicho cordón comprende una primera zona de unión (6) en la que el cordón se une con el ensamblaje electrodo-membrana (23) y donde el material sellante constitutivo del cordón penetra en los poros del borde exterior de las capas de electrodo (3A, 3C). Esta última característica es fundamental para prevenir la fuga de gases reactantes y evita además que se produzca la reacción electroquímica en esa parte. El espesor de esta primera zona de unión (6) está comprendido preferentemente entre 0,4 mm y 3 mm, más preferentemente entre 0,8 mm y 1,3 mm. Aunque esta zona no actúa como junta en sí, fortalece el enlace entre la junta y el ensamblaje electrodo-membrana (23) y sirve además para limitar, en caso necesario, la compresión del cordón sellante durante el apilamiento de la pila de combustible.

15 Adyacente a esta zona de unión (6) se encuentra una zona de amortiguación de tensiones (7) en la que el material sellante constitutivo del cordón tiene un espesor que es menor que el de la primera zona de unión (6). Dicho espesor se selecciona de manera que exista un hueco entre esta zona y las placas separadoras adyacentes cuando el ensamblaje se comprime al realizar el apilamiento de la pila de combustible. El espesor de esta zona de amortiguación de tensiones (7) se selecciona preferentemente entre 0,2 mm y 2 mm, más preferentemente entre 0,3 mm y 0,8 mm. De esta manera, en el caso de que esta última dispone de un espacio libre a su alrededor por el cual poder fluir.

20 Adyacente a la zona de amortiguación de tensiones (7) se encuentra una primera zona o punto de sellado (8) en el que el material sellante constitutivo del cordón tiene un espesor que es mayor que el de la primera zona de unión (6), siendo la zona que verdaderamente actúa como elemento sellante de la junta, previniendo la mezcla de los gases reactantes a ambos lados del ensamblaje electrodo-membrana (23) y la fuga de los mismos al exterior. Esta primera zona de sellado sufre una compresión significativa durante el ensamblaje de la pila de combustible. En la medida de lo posible, se intenta que haya una zona o punto de sellado duplicado para mejorar el sellado de los mencionados gases reactantes. El espesor de esta primera zona de sellado (8) está comprendido preferentemente entre 0,8 mm y 5 mm, más preferentemente entre 1 mm y 2,4 mm.

25 A continuación de la primera zona de sellado (8) se encuentra una segunda zona de unión (9) en la que el material sellante constitutivo del cordón envuelve el refuerzo y tiene un espesor que es menor que el de la primera zona de sellado (8). En esta segunda zona de unión (9) el material constitutivo del cordón se encuentra fuertemente unido al refuerzo (4), lo que contribuye a la estabilidad dimensional del ensamblaje. El espesor de esta segunda zona de unión (9) está comprendido entre 0,2 mm y 2 mm, más preferentemente entre 0,3 mm y 0,8 mm.

30 Asimismo, el cordón que recubre el perímetro exterior del ensamblaje electrodo-membrana (23) puede comprender una serie de muescas (22) que facilitan la fluencia del material sellante hasta la primera zona de unión (6) en la que la junta se une con el ensamblaje electrodo-membrana (23), para conseguir una distribución controlada del material sellante en la junta.

35 Dentro de la misma realización particular, los cordones que rodean los orificios (10) para el paso de los gases reactantes y del fluido refrigerante se muestran en la figura 1. Comprenden en su estructura una tercera zona de unión (20, 21) en la que el material sellante constitutivo del cordón está unido al refuerzo (4), y además, una segunda zona o punto de sellado (15) adyacente a la tercera zona de unión, en el que el material sellante constitutivo del cordón presenta un espesor mayor que el de la tercera zona de unión (20, 21). Además de sujetar el refuerzo (4), la tercera zona de unión (20, 21) permite que éste no se deteriore debido al ambiente húmedo y ácido al que se puede enfrentar en su parte más crítica, como es la zona de corte del refuerzo, y evita también posibles cortes durante la manipulación en los procesos de fabricación. El espesor de la tercera zona de unión (20,21) está comprendido entre 0,2 mm y 2 mm, más preferentemente entre 0,3 mm y 0,8 mm. La segunda es la zona de sellado (15) es la zona que actúa, junto con la primera zona de sellado (8), como elemento sellante de la junta, aislando los orificios (10) destinados al paso de los mencionados gases y fluido refrigerante, previniendo la fuga de los mismos. El espesor de la mencionada segunda zona o punto de sellado (15) está comprendido preferentemente entre 0,8 mm y 5 mm, más preferentemente entre 1 mm y 2,4 mm.

55 Cuando el ensamblaje comprende orificios (11) destinados al paso de elementos de apriete, la junta comprende además un cordón que rodea dichos orificios (11). El mencionado cordón presenta un espesor comprendido preferentemente entre 0,4 mm y 3 mm, más preferentemente entre 0,8 mm y 1,3 mm y tiene por función, entre otras, proteger el paso de los elementos de apriete.

Por último, y siguiendo dentro de la misma realización particular, la junta (J) comprende un cordón (13) que recubre el perímetro exterior del ensamblaje (E) de la invención. Dicho cordón, al igual que, en su caso, el que rodea los orificios (11) destinados al paso de elementos de apriete, presenta un espesor comprendido preferentemente entre 0,4 mm y 3 mm, más preferentemente entre 0,8 mm y 1,3 mm, y se corresponde asimismo con el espesor de la primera zona de unión (6) en la que la junta se une con el ensamblaje electrodo-membrana (23), por lo que regula también el espesor del ensamblaje en el conjunto de la pila, haciendo de tope. De hecho, es fundamental conseguir el espesor adecuado al hacer el ensamblaje ya que de él depende la compresión del ensamblaje electrodo-membrana (23), influyendo directamente en su rendimiento electroquímico. Este cordón previene además el deterioro del refuerzo (4), evitando su oxidación en el caso de que éste sea metálico, además de ser un elemento de seguridad que evita que el refuerzo (4) provoque cortes o lesiones en los operarios.

El material sellante que constituye la junta (J) es un material polimérico que puede contener diferentes aditivos y cargas para facilitar su procesado y mejorar la resistencia química y las características mecánicas del mismo. Dicho material polimérico se selecciona entre diferentes tipos de elastómeros, como cauchos nitrílicos, cauchos poliacrílicos, cauchos fluorados, cauchos de silicona, siliconas, siliconas líquidas, aunque no se limita exclusivamente a estos materiales. En una realización preferente el material sellante es caucho nitrílico o caucho de silicona.

Gracias a la integración de esta junta (J) en la estructura sellante (S) del ensamblaje (E) es posible sellar la pila de combustible aplicando bajos pares de apriete a los elementos destinados a ello, debido a que la zona de sellado está reducida a las superficies de contacto de los cordones de sellado con las placas separadoras. El bajo par de apriete aplicado evita tensiones entre los diferentes elementos de la pila de combustible, mejorando la alineación de la misma. Esto es una gran ventaja en el caso de las pilas de combustible con un gran número de celdas unitarias, ya que evita que al aplicar el apriete se produzcan efectos negativos tales como la torsión del conjunto de la pila de combustible. Además se minimiza la cantidad de material sellante, puesto que no toda la estructura sellante (S) se encuentra cubierta de dicho material. Por otra parte, el empleo de los cordones de sellado permite obtener un sellado muy eficiente contribuyendo a una reducción muy significativa de la fuga de gases reactantes.

Por lo que respecta al refuerzo (4), éste se encuentra integrado en la junta, en particular se extiende desde el cordón de la junta que recubre completamente el perímetro exterior del ensamblaje electrodo-membrana (23) hasta el cordón de la junta que recubre el perímetro exterior del ensamblaje (E), de tal manera que el refuerzo ni penetra en el ensamblaje electrodo-membrana (23) ni está en contacto físico con el ensamblaje electrodo-membrana (23) ni está situado sobre o por encima del perímetro exterior del ensamblaje electrodo-membrana (23). La figura 5 muestra una vista frontal de un refuerzo con diseño octogonal representativo, pero no limitante, de la presente invención. En una realización particular, dicho refuerzo es una lámina y comprende una cavidad central (24), para ubicar el ensamblaje electrodo-membrana, y una serie de orificios (10) destinados al paso de gases reactantes y fluido refrigerante. Asimismo, puede comprender adicionalmente otra serie de orificios (16, 17) destinados al paso del material sellante a ambos lados del ensamblaje durante su proceso de inyección. Los orificios (16), de diámetro mayor que los orificios de tipo (17), se corresponden con los puntos de inyección ubicados en el molde para el proceso de moldeado. El refuerzo (4) también puede contar con zonas huecas (18) para la ubicación de parte de los cordones comprendidos en la junta. Además, con el fin de proporcionar solidez al refuerzo, éste puede comprender una serie de puentes (19) entre las cavidades donde se ubican los cordones.

Cuando la estructura sellante (S) presenta orificios (11) destinados al paso de elementos de apriete, el refuerzo (4), consecuentemente, comprende además una serie de orificios (11) destinados al paso de los mencionados elementos.

En una realización particular, el espesor del refuerzo (4) deberá estar comprendido entre 0,05 mm y 1 mm. Espesores mayores no serían convenientes porque aumentarían innecesariamente el tamaño y el peso de la pila de combustible, y espesores más pequeños podrían dar escasa rigidez al conjunto que forma junto con el ensamblaje electrodo-membrana (23). En una realización preferente, dicho espesor está comprendido entre 0,10 mm y 0,50 mm.

Como material constitutivo del refuerzo puede emplearse cualquier material con la suficiente rigidez y estabilidad dimensional, así como resistencia a los ambientes corrosivos. Por ejemplo, se pueden emplear materiales poliméricos, como materiales compuestos con fibra de vidrio, materiales compuestos con fibra de boro, materiales compuestos con fibra de aramida, resinas fenólicas o policarbonatos, o materiales metálicos, preferentemente inoxidables, tales como los aceros inoxidables, con o sin recubrimientos. En una realización preferente de la invención el material es un acero para muelles inoxidable, que es un acero templado que proporciona una mejor rigidez y resistencia a la deformación plástica que el acero convencional, de tal manera que contribuye a mejorar además la resistencia de apriete en el conjunto de la pila.

En una realización particular de la invención, ambas caras frontales del refuerzo (4) se encuentran completamente recubiertas del material sellante constitutivo de la junta, con un espesor igual al de los elementos (9), (20) y (21). Esta realización presenta la ventaja de mejorar la protección química del refuerzo (4).

5 La integración de este refuerzo (4) en la estructura del ensamblaje (E) hace que éste sea más manejable para su procesado y fabricación, además de permitir un fácil ensamblaje de los diferentes elementos en la formación de la pila de combustible.

10 Como ventaja adicional, durante los procesos de inyección, manipulación, ensamblaje y almacenamiento, el mencionado refuerzo (4) proporciona estabilidad dimensional al ensamblaje completo, no sólo en el ensamblaje electrodo-membrana (23) sino también individualmente en cada uno de los pasos de gases reactantes, fluido refrigerante y, en su caso, de elementos de apriete. Además, esta estabilidad dimensional se mantendrá durante el funcionamiento de la pila de combustible dado que dicho refuerzo (4) ayuda a absorber las tensiones que se generan en el ensamblaje electrodo-membrana (23), debido principalmente a la membrana de intercambio protónico (1), que es un elemento que tiende a contraerse o dilatarse con facilidad en función de sus niveles de temperatura y, sobre todo, de sus niveles de humedad.

15 Durante el funcionamiento de una pila de combustible con juntas elastoméricas y apretada con elementos de apriete normalizados para uniones roscadas, se hace necesario realizar un reapriete después de ciertas horas de trabajo, debido a los efectos ocasionados sobre la junta derivados de una compresión constante unida a una temperatura elevada. Dichos efectos comprenden la deformación de la junta, lo que provoca una reducción de su espesor, de tal manera que disminuye la compresión entre los elementos apilados. El refuerzo integrado en el ensamblaje (E) de la presente invención contribuye a mejorar de manera significativa este inconveniente. El hecho de integrar el refuerzo en la estructura sellante del ensamblaje, rodeando los orificios (10) para el paso de los gases reactantes y del fluido refrigerante y, en su caso, los orificios (11) para el paso de elementos de apriete, y llevarlo hasta el borde del conjunto, tal como se describe para el ensamblaje (E) de la presente invención, ayuda a retener el apriete del conjunto de la pila, disminuyendo significativamente la aparición de los efectos mencionados anteriormente y, por tanto, mejorando las características de los ensamblajes electrodo-membrana existentes en el estado de la técnica.

20 En el caso de que los orificios (11) para el paso de elementos de apriete se encuentren integrados en el refuerzo del ensamblaje electrodo-membrana, esta mejora es más acentuada. Al efectuar el apriete, el ensamblaje se verá comprimido entre dos placas separadoras, y puesto que las zonas que sufrirán mayores tensiones serán las que rodean a los elementos de apriete, la disposición de la lámina de material de refuerzo (4) dentro de la junta, bordeando los cordones que circunscriben los orificios (11) destinados al paso de dichos elementos, contribuirá positivamente a mantener la fuerza de apriete.

25 Hay que señalar que aunque las figuras incorporadas en el presente documento describen únicamente un ensamblaje con forma octogonal, el ensamblaje descrito en la invención no se limita a esa forma geométrica sino que comprende cualquier otra forma poligonal que pudiera ser adecuada en el diseño de una pila de combustible. En una realización particular el ensamblaje tiene forma cuadrada, rectangular u octogonal.

Otro aspecto de la presente invención se relaciona con un procedimiento para la fabricación de un ensamblaje (E) con estructura sellante reforzada como se definió anteriormente que comprende:

- c) proporcionar un ensamblaje electrodo-membrana (23);
- d) cortar el ensamblaje electrodo-membrana (23) a las dimensiones deseadas;
- 45 e) proporcionar una lámina de refuerzo (4) y efectuar un orificio sobre ella de manera que se proporcione una cavidad (24) para la ubicación del ensamblaje electrodo-membrana (23) y orificios (10) destinados al paso de gases reactantes y fluido refrigerante;
- f) colocar la lámina de refuerzo (4) en el interior de un molde de inyección;
- g) colocar el ensamblaje electrodo-membrana (23) en el interior del molde de inyección;
- 50 h) inyectar el material sellante en el molde; y
- i) extraer el ensamblaje del molde.

La primera etapa de este procedimiento consiste en proporcionar el ensamblaje electrodo-membrana (23). Para ello, se efectúa inicialmente el corte de la membrana de intercambio iónico (1) y de las capas porosas de difusión de gases anódica (3A) y catódica (3C) a las dimensiones deseadas a x b.

Aunque a y b pueden tomar valores diferentes, en una realización particular a es igual a b . A continuación se prepara el catalizador (2A, 2C), catalizador que, por lo general, es una tinta catalítica que se prepara por métodos que han sido ampliamente descritos en el estado de la técnica [Sasikumar, G. *et al.*, *Electrochimica Acta* 2004, 50, 603]. Dicha tinta consiste en una suspensión acuosa que comprende partículas catalíticas dispersas en un electrolito que, por lo general, es el mismo que constituye la membrana de intercambio iónico. Esta suspensión puede comprender además alcoholes, tales como isopropanol y etanol, o polialcoholes, tales como etilenglicol y glicerina. Se puede utilizar una misma composición para ánodo y cátodo o bien una composición de tinta diferente en cada electrodo. En una realización preferente de la invención, se emplea una suspensión acuosa que comprende partículas de platino soportadas en carbono y dispersas en el ionómero de Nafion® líquido e isopropanol, para ambos electrodos.

La siguiente etapa consiste en la deposición de la tinta catalítica preparada sobre las capas porosas de difusión de gases (3A, 3C) previamente cortadas, concretamente sobre la cara que va a estar en contacto con la membrana de intercambio iónico. En el caso de que las capas porosas de difusión de gases comprendan una capa microporosa, la tinta se aplicará sobre dicha capa microporosa. Para realizar esta etapa, se coloca una máscara de un material rígido sobre cada capa porosa de difusión de gas (3A, 3C), restringiendo el área sobre la que se aplica el catalizador (2A, 2C) a unas dimensiones $c \times d$ (menores que $a \times b$), que determinan el área activa del ensamblaje. La aplicación de la tinta se puede realizar por cualquier método conocido en el estado de la técnica, como puede ser mediante la aplicación con pistola aerográfica. De esta manera, se aplica a una capa porosa de difusión de gas (3A) la capa catalítica de ánodo (2A) y a la otra capa porosa de difusión de gas (3C) la capa catalítica de cátodo (2C). Por último, se procede al secado de la tinta mediante cualquier método adecuado, como por ejemplo, mediante una fuente de calor. El control de la cantidad de tinta catalítica aplicada se efectúa por pesada.

Una vez depositado el catalizador (2A, 2C) sobre ambas capas porosas de difusión de gases (3A, 3C), se procede al prensado en caliente de dichas capas y de la membrana (1) que se ubica entre ellas, obteniéndose de esta manera el ensamblaje unitario electrodo-membrana (23).

En una realización alternativa, la tinta catalítica se aplica sobre las dos caras de la membrana (1), en lugar de sobre las capas porosas de difusión de gases (3A, 3C). Después se efectúa el prensado en caliente de estas capas (3A, 3C) junto con la membrana (1), que soporta las dos capas catalíticas (2A, 2C), de tal manera que se obtiene un ensamblaje electrodo-membrana (23) con la misma disposición que la que se obtiene en la realización anterior.

Una segunda etapa del procedimiento para la fabricación del ensamblaje de la invención es el corte del ensamblaje electrodo-membrana (23) a las dimensiones deseadas $e \times f$, cumpliéndose que $a \times b > e \times f > c \times d$. De esta forma, los elementos constituyentes del conjunto quedan perfectamente alineados y cortados con unas mismas dimensiones, de tal manera que tanto las capas de electrodo como la membrana quedan cortados a ras.

Una tercera etapa consistiría en proporcionar una lámina de espesor comprendido entre 0,05 mm y 1 mm, que va a actuar de refuerzo (4). Dicha lámina se corta a las dimensiones deseadas mediante cualquier técnica de corte adecuada, por ejemplo mediante corte por láser, y se efectúa sobre ella una serie de perforaciones de manera que se proporcione una cavidad central para la ubicación del ensamblaje electrodo-membrana (24), de los orificios (10) destinados al paso de gases reactantes y fluido refrigerante. Adicionalmente, los orificios (16, 17) destinados al paso de material sellante durante la posterior inyección y las cavidades (18) para la ubicación de parte de los cordones comprendidos en la junta también se ejecutan en el refuerzo.

Cuando la estructura sellante comprende orificios (11) destinados al paso de elementos de apriete, se realizan perforaciones adicionales de manera que proporcionen los mencionados orificios (11).

Una vez cortada la lámina, se aplica sobre ella una imprimación que facilita la posterior adhesión del material sellante sobre la lámina.

Una etapa posterior consistiría en la ubicación del refuerzo (4) en el interior de un molde de inyección, sobre el que se ha aplicado previamente un agente desmoldeante. A continuación, se coloca también el ensamblaje electrodo-membrana (23) en el interior del mencionado molde, en concreto, en la cavidad (24) que deja el refuerzo (4) en el centro del mismo, centrándolo con la ayuda de un utillaje.

Una vez ubicados el ensamblaje electrodo-membrana (23) y el refuerzo (4) en el interior del molde, se procede en una etapa posterior a la inyección del material sellante que proporcionará la junta integrada en el ensamblaje (E). La inyectora puede ser de tipo vertical, haciéndose la inyección desde arriba, de manera que el material fluye desde los puntos de inyección ubicados en el molde hasta llenar la cavidad que conforma el molde. Los puntos de inyección ubicados en el molde se encuentran ubicados sobre los orificios (16) y sobre ciertos puntos de las cavidades (18) para cordones de sellado. Las

muestras (22) facilitan la fluencia del material sellante hasta la zona de unión (6) en la que la junta se une con el ensamblaje electrodo-membrana (23), para conseguir una distribución controlada del material sellante en la junta.

5 En la invención, ambas caras frontales del refuerzo (4) se encuentran completamente recubiertas de caucho. Para conseguirlo, el molde de inyección contará con las cavidades y puntos de unión adecuados, tal como los podría definir un experto en la materia de moldes de inyección.

10 Las variables a controlar durante el proceso de inyección son el vacío del molde, la fuerza de cierre, la presión de inyección, el tiempo de curado o vulcanización, la temperatura del molde, y dependerán en cada caso del material a inyectar, siendo fácilmente determinables por un experto en la materia.

Por último, una vez finalizado el proceso de curado del material sellante, se extrae del molde el ensamblaje y se retiran los fragmentos de material sellante en exceso, obteniéndose el producto terminado.

15 El procedimiento aquí descrito se refiere a la fabricación de un único ensamblaje, no obstante, es un procedimiento que permite fácilmente su automatización para conseguir la fabricación en serie.

Por último, la invención también se refiere al uso de un ensamblaje como el descrito previamente para la fabricación de una pila de combustible o para la fabricación de un electrolizador.

El siguiente ejemplo se da sólo como una ilustración de la invención, y no debe ser en ningún caso interpretado como limitante de la invención.

20 Ejemplos de invención

Ejemplo 1.

Preparación de un ensamblaje con estructura sellante reforzada.

25 La primera etapa para la fabricación de este ensamblaje es el corte de la tela de carbono, que constituye las capas porosas de difusión de gases, y de la membrana. Para ello se han cortado dos trozos de tela de carbono con capa microporosa en una de sus caras, a unas dimensiones de 200 x 200 mm. Se corta asimismo un trozo de membrana de intercambio protónico, en concreto de una membrana de Nafion® 112, con iguales dimensiones.

30 Como segunda etapa se prepara la tinta catalítica por métodos que ya han sido ampliamente descritos en el estado de la técnica. Se puede utilizar una misma composición para ánodo y cátodo, o una composición de tinta diferente para ánodo y cátodo. La tinta contiene platino soportado sobre carbono, con un 20% de platino, un ionómero en forma de disolución al 5% en peso de Nafion® y alcohol isopropílico. Para obtener la tinta, estos componentes se mezclan y se agitan mediante ultrasonidos.

35 Una vez preparada la tinta catalítica, ésta se deposita sobre los dos trozos de tela cortados en la primera etapa, concretamente sobre la cara que contiene la capa microporosa de la tela de carbono, por un método conocido como es la aplicación con pistola aerográfica, y a continuación se realiza el secado con una fuente de calor. El control de la cantidad aplicada se efectúa por pesada. Se coloca una máscara rígida sobre la tela de carbono, restringiendo el área sobre la que se aplicará el catalizador a unas dimensiones de 190 x 190 (superficie que constituirá el área activa). De esta forma, se aplica a un electrodo la capa catalítica de ánodo y al otro la capa catalítica de cátodo.

40 La etapa posterior consiste en el prensado en caliente de las capas de electrodo que contienen la tinta catalítica así como la membrana de intercambio protónico, obteniéndose el ensamblaje electrodo-membrana. Dicho prensado se efectúa situando las capas catalíticas en contacto con la membrana de intercambio protónico, aplicando una presión de $73,5 \cdot 10^5$ Pa (75 Kp/cm^2) durante 1 minuto y a una temperatura de 50°C.

45 Una vez obtenido el ensamblaje electrodo-membrana, se procede a su corte a unas dimensiones de 195 x 195. De esta forma, los elementos constitutivos del ensamblaje electrodo-membrana quedan perfectamente alineados y cortados con unas mismas dimensiones, de tal manera que tanto la tela de carbono como la membrana quedan cortados a ras.

50 Por otra parte se toma una chapa de acero inoxidable de espesor 0,30 mm y se procede a su corte con el fin de obtener el elemento reforzante de forma octogonal regular de lado 120 mm, y se efectúa una serie de perforaciones para formar los orificios destinados al paso de los gases reactantes, fluido refrigerante y elementos de apriete. Asimismo, se efectúan pequeñas perforaciones a ambos lados de la chapa de acero para facilitar el posterior paso del material sellante a ambos lados de la chapa de

acero, y para proporcionar las cavidades donde se ubicarán parte de los cordones de la junta. A continuación, se sitúa la chapa de acero ya cortada en el interior de un molde para inyección de caucho.

Posteriormente se coloca el ensamblaje electrodo-membrana en el interior del molde de inyección, centrándola con la ayuda de un utillaje.

5 La siguiente etapa consiste en la inyección del material sellante, en este caso caucho nitrílico NBR, mediante el empleo de una inyectora vertical aplicando un ciclo de vacío. Las condiciones para dicha inyección son:

Fuerza de cierre: $2,76 \cdot 10^9$ Pa (200 ton)

Presión de inyección: 10^7 Pa (100 bar)

10 Tiempo: 15 minutos

Temperatura: 100°C

Por último, se extrae del molde el producto ya formado consistente en un ensamblaje electrodo-membrana con estructura sellante reforzada con la chapa metálica y se retiran los fragmentos de caucho en exceso, obteniéndose así el producto terminado.

15

Ejemplo 2

Ensayo de una pila de combustible con un conjunto de ensamblajes con estructura sellante reforzada.

20 Se realiza el ensamblaje de una pila de combustible apilando 15 celdas formadas por ensamblajes electrodo-membrana como el descrito anteriormente. El área activa en cada celda es de 190 mm x 190 mm. Se realiza un ensayo de la pila utilizando como combustible hidrógeno de pureza de grado industrial, y como oxidante, aire ambiente. El hidrógeno se alimenta por el sistema terminal (*dead-end*), que consiste en dejar cerrado el cátodo y efectuar venteos con una frecuencia determinada, en este caso cada 20 segundos. El aire se suministra con una tasa de flujo estequiométrico de 2.0. Las presiones en ánodo y cátodo son de 30 kPa, y la pila de combustible se mantiene a una temperatura de 60°C. Durante el ensayo se obtiene una potencia máxima de 1625 W, con una tensión de 7,2 V, de tal manera que se

25 obtiene una densidad de potencia de 300 mW/cm².

REIVINDICACIONES

1. Ensamblaje (E) con estructura sellante reforzada que comprende:
- 5 a) un ensamblaje electrodo membrana (23) que presenta un perímetro exterior;
- b) una estructura sellante (S) que bordea dicho ensamblaje electrodo-membrana (23), que comprende:
- 10 i) una junta (J) en forma de cordones, en el que los cordones constitutivos de la junta recubren totalmente el perímetro exterior del ensamblaje electrodo-membrana (23), bordean los orificios (10) destinados al paso de gases reactantes y fluido refrigerante, y se extienden hasta recubrir el perímetro exterior del ensamblaje (E);
- en el que los cordones que recubren el perímetro exterior del ensamblaje electrodo-membrana comprenden:
- 15 1. una primera zona de unión (6) en la que el cordón se une con el ensamblaje electrodo-membrana (23) y donde el material sellante constitutivo del cordón penetra en los poros del borde exterior de las capas de electrodo (3A, 3C);
2. una zona de amortiguación de tensiones (7) adyacente a la primera zona de unión (6) en la que el material sellante constitutivo del cordón tiene un espesor que es menor que el de la primera zona de unión (6);
- 20 3. una primera zona o punto de sellado (8) adyacente a la zona de amortiguación (7), en el que el material sellante constitutivo del cordón tiene un espesor que es mayor que el de la primera zona de unión (6);
4. una segunda zona de unión (9) en la que el material sellante constitutivo del cordón envuelve el refuerzo y tiene un espesor que es menor que el de la primera zona de sellado (8); y opcionalmente
- 25 5. muescas (22) para facilitar la distribución del material sellante constitutivo del cordón en el proceso de moldeado,
- y en el que los cordones que bordean los orificios (10) destinados al paso de gases reactantes y fluido refrigerante comprenden:
- 30 6. una tercera zona de unión (20, 21) en la que el material sellante constitutivo del cordón está unido al refuerzo (4);
7. una segunda zona o punto de sellado (15) adyacente a la tercera zona de unión (20, 21), en el que el material sellante constitutivo del cordón presenta un espesor mayor que el de la tercera zona de unión (20, 21);
- 35 ii) un refuerzo (4) integrado en dicha junta (J) que se extiende desde el cordón de la junta que recubre completamente el perímetro exterior del ensamblaje electrodo-membrana (23) hasta el cordón de la junta que recubre el perímetro exterior del ensamblaje (E), de tal manera que el refuerzo está incrustado en la segunda zona de unión (9) y en la tercera zona de unión (20 ó 21) del cordón de la junta dentro de los límites de dichas zonas de unión, y el refuerzo ni penetra en el ensamblaje electrodo-membrana (23) ni está en contacto físico con el ensamblaje electrodo-membrana (23) ni está situado sobre o por encima del perímetro exterior del ensamblaje electrodo-membrana (23); y
- 40 iii) orificios (10) destinados al paso de gases reactantes y fluido refrigerante.
- 45 2. Ensamblaje (E) según la reivindicación 1, en el que el ensamblaje electrodo-membrana (23) comprende:
- a) una capa porosa de difusión de gas catódica (3C);
- b) una capa porosa de difusión de gas anódica (3A);

- c) una membrana de intercambio iónico (1) interpuesta entre la capa porosa de difusión de gas catódica (3C) y la capa porosa de difusión de gas anódica (3A); y
- d) una capa de electrocatalizador catódico (2C) dispuesta en la interfase entre dicha membrana de intercambio iónico (1) y dicha capa porosa de difusión de gas catódica (3C); y
- e) una capa de electrocatalizador anódico (2A) dispuesta en la interfase entre dicha membrana (1) y dicha capa porosa de difusión de gas anódica (3A);
- definiendo dichas capas de electrocatalizador un área electroquímicamente activa.
3. Ensamblaje (E) según las reivindicaciones 1 a 2, en el que la estructura sellante (S) comprende además orificios (11) destinados al paso de los elementos de apriete.
4. Ensamblaje (E) según la reivindicación 3, en el que la junta (J) comprende además un cordón que bordea los orificios (11) destinados al paso de los elementos de apriete.
5. Ensamblaje (E) según las reivindicaciones 1 a 4, en el que la junta está constituida por un material polimérico.
6. Ensamblaje (E) según la reivindicación 5, en el que el material polimérico es un elastómero seleccionado entre cauchos nitrílicos, cauchos poliacrílicos, cauchos fluorados, cauchos de silicona, siliconas y siliconas líquidas.
7. Ensamblaje (E) según las reivindicaciones 1 a 6, en el que el refuerzo (4) comprende:
- a) una cavidad central (24) destinada a la ubicación del ensamblaje electrodo-membrana (23); y
- b) orificios (10) destinados al paso de gases reactantes y fluido refrigerante.
8. Ensamblaje (E) según la reivindicación 7, en el que el refuerzo (4) comprende además:
- a) orificios (16, 17) destinados al paso del material sellante;
- b) zonas huecas (18) para la ubicación de parte de los cordones comprendidos en la junta; y
- c) puentes (19) ubicados entre las zonas huecas (18) donde se ubican parte de los cordones.
9. Ensamblaje (E) según las reivindicaciones 7 y 8, en el que el refuerzo (4) comprende además orificios (11) destinados al paso de los elementos de apriete.
10. Ensamblaje (E) según las reivindicaciones 1 a 9, en el que el refuerzo (4) está constituido por un material polimérico seleccionado entre materiales compuestos con fibra de vidrio, materiales compuestos con fibra de boro, materiales compuestos con fibra de aramida, resinas fenólicas y policarbonato, o por un material metálico.
11. Ensamblaje (E) según las reivindicaciones 1 a 10, en el que el espesor del refuerzo (4) está comprendido entre 0,05 mm y 1 mm, preferentemente entre 0,10 mm y 0,50 mm.
12. Ensamblaje (E) según las reivindicaciones 1 a 11, en el que el refuerzo (4) está totalmente recubierto en una o ambas caras frontales por el material sellante constitutivo de la junta.
13. Ensamblaje (E) según la reivindicación 2, en el que las capas porosas de difusión de gases (3A, 3C) y la membrana de intercambio iónico (1) tienen las mismas dimensiones.
14. Ensamblaje (E) según cualquiera de las reivindicaciones 1 a 13, en el que la geometría del ensamblaje es de forma poligonal.
15. Ensamblaje (E) según la reivindicación 14, en el que la geometría del ensamblaje es de forma cuadrada, rectangular u octogonal.
16. Pila de combustible que comprende un conjunto de ensamblajes (E) según cualquiera de las reivindicaciones 1 a 15.
17. Electrolizador que comprende un conjunto de ensamblajes (E) según cualquiera de las reivindicaciones 1 a 15.

18. Procedimiento para la fabricación de un ensamblaje (E) como el definido en cualquiera de las reivindicaciones 1 a 15 que comprende:
- a) proporcionar un ensamblaje electrodo-membrana (23);
 - b) cortar el ensamblaje electrodo-membrana (23) a las dimensiones deseadas;
 - 5 c) proporcionar una lámina de refuerzo (4) y efectuar una perforación sobre ella de manera que se proporcione una cavidad (24) para la ubicación del ensamblaje electrodo-membrana (23) y orificios (10) destinados al paso de gases reactantes y fluido refrigerante;
 - d) colocar la lámina de refuerzo (4) en el interior de un molde de inyección;
 - 10 e) colocar el ensamblaje electrodo-membrana (23) en el interior del molde de inyección;
 - f) inyectar el material sellante en el molde; y
 - g) extraer el ensamblaje del molde.
19. Procedimiento para la fabricación de un ensamblaje (E) según la reivindicación 18, que comprende además efectuar orificios (16, 17) sobre la lámina de material de refuerzo para el paso de material sellante durante la posterior inyección y cavidades (18) para la ubicación de parte de los cordones comprendidos en la junta.
- 15 20. Procedimiento para la fabricación de un ensamblaje (E) según las reivindicaciones 18 y 19, que comprende además efectuar orificios (11) sobre la lámina de material de refuerzo para el paso de los elementos de apriete.
- 20 21. Uso de un ensamblaje (E) según las reivindicaciones 1 a 15 en la fabricación de una pila de combustible.
22. Uso de un ensamblaje (E) según las reivindicaciones 1 a 15 en la fabricación de un electrolizador.

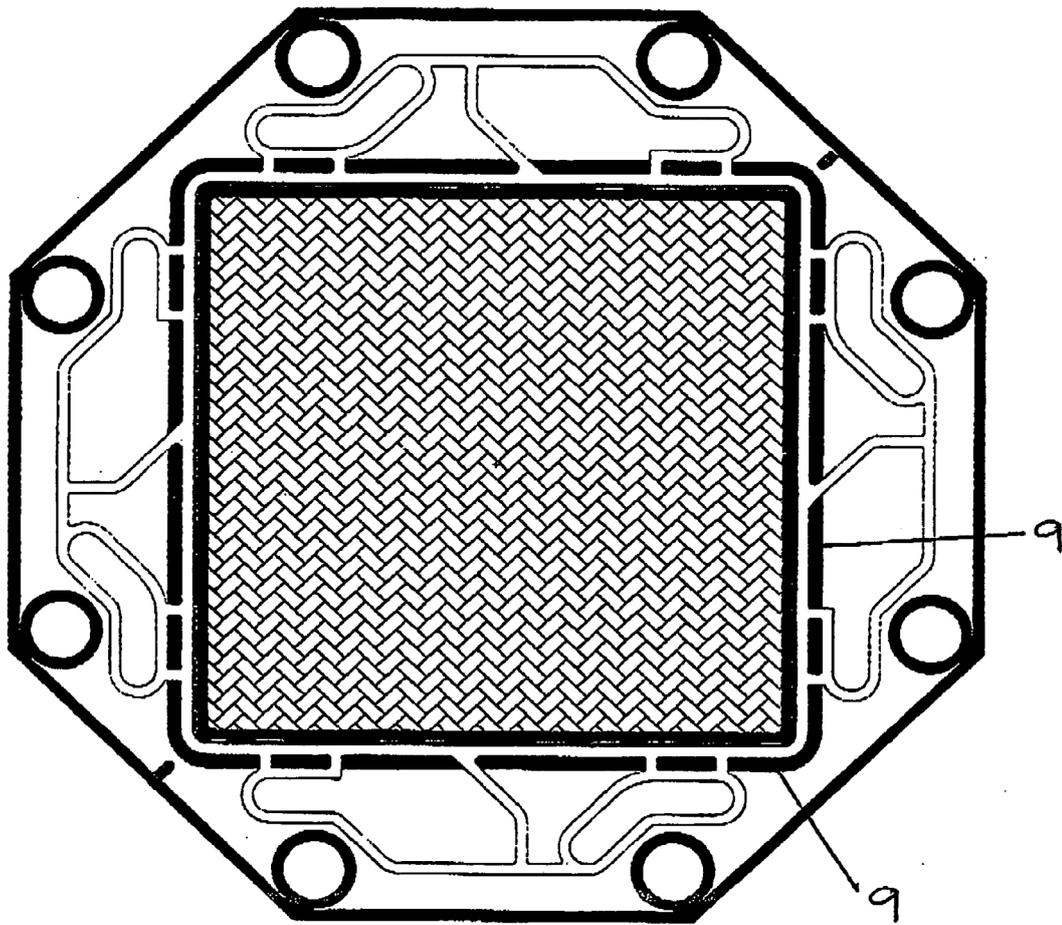


FIG. 1A

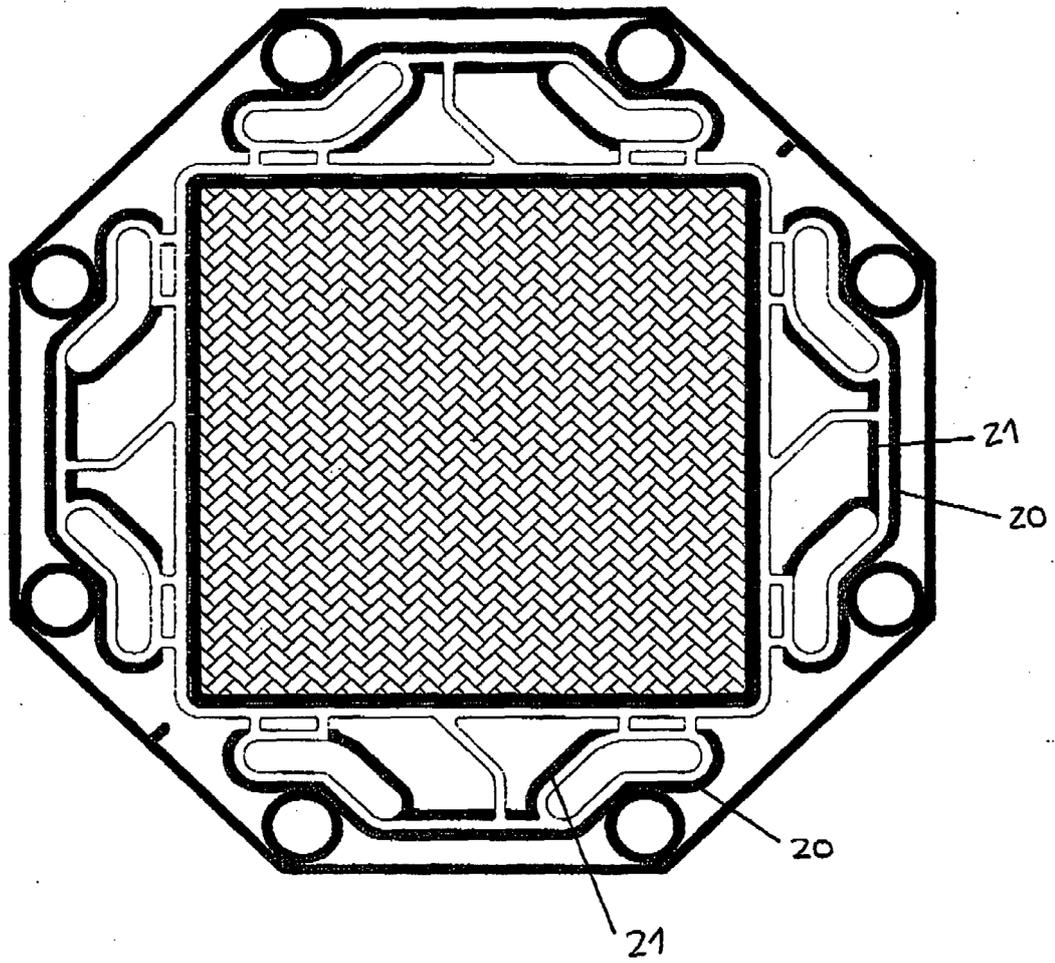
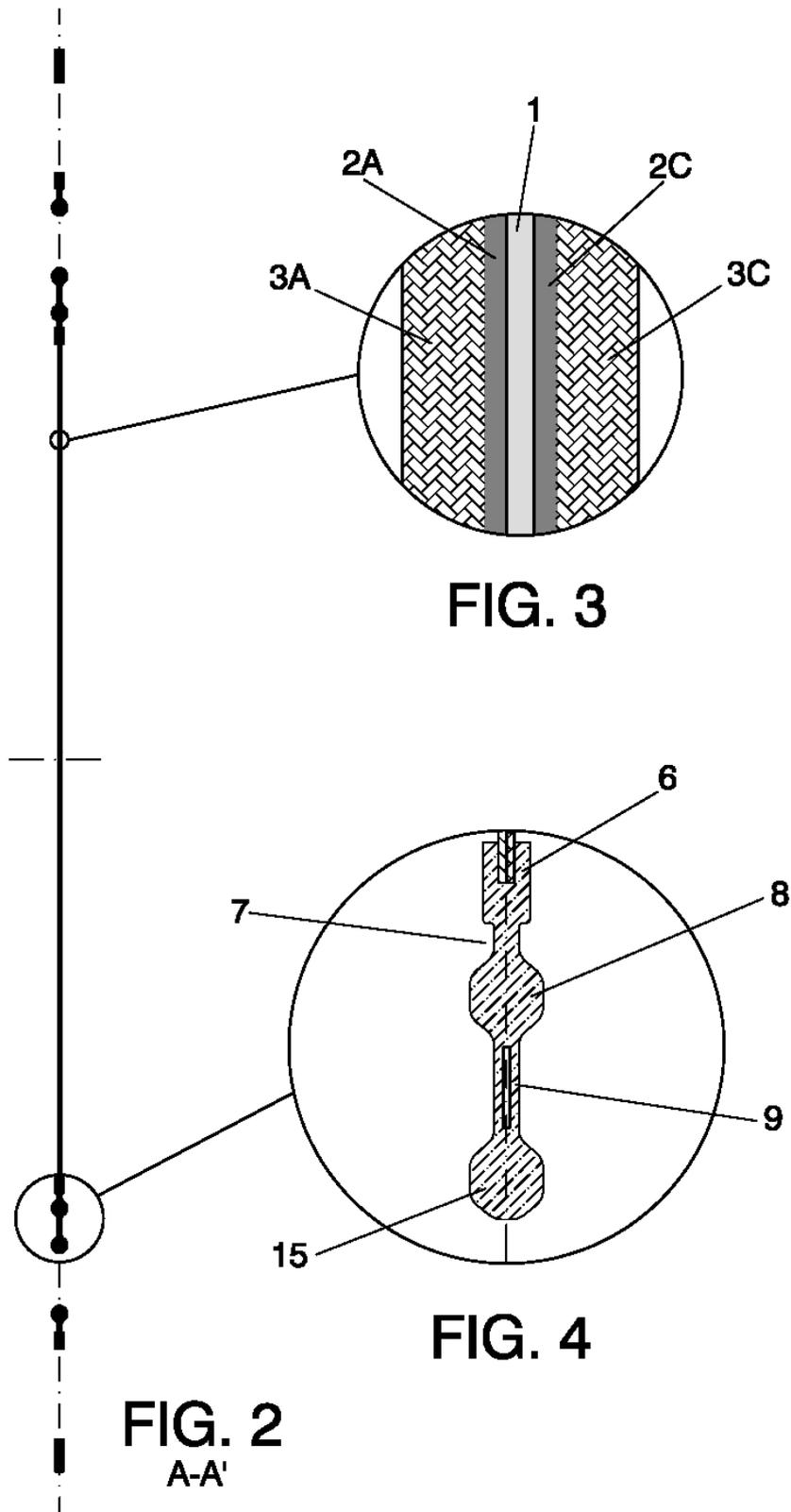


FIG. 1B



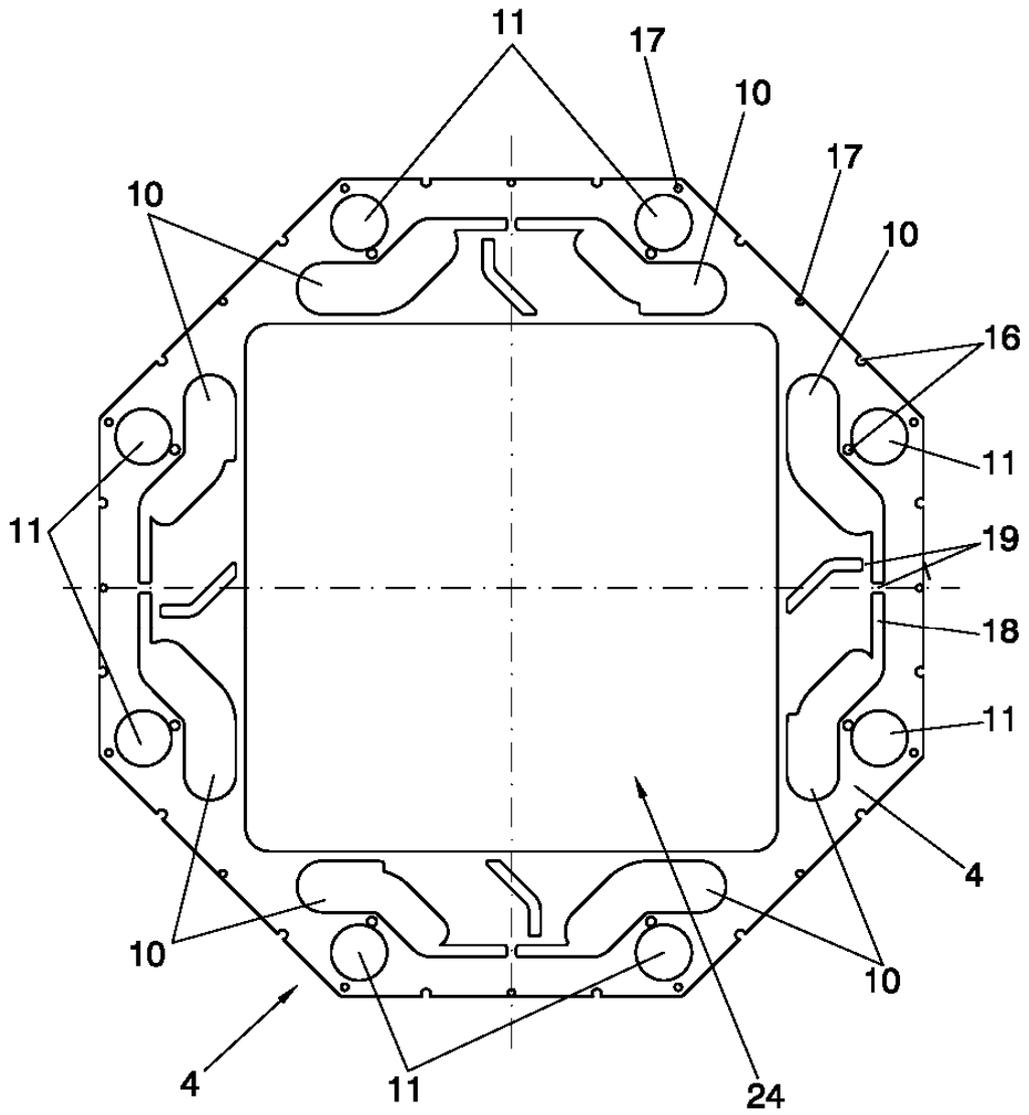


FIG. 5